

НОМЕР 74
ФЕВРАЛЬ, 2023



ИННОВАЦИИ.

НАУКА.

ОБРАЗОВАНИЕ

ЭЛЕКТРОННОЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ



УДК 004.02:004.5:004.9

ББК 73+65.9+60.5

Э40

Э40 Научный электронный журнал «Инновации. Наука. Образование \ Отв. ред. Сафронов А.И. – Тольятти: – 2023.– № 74 (февраль).– 139 с.– URL: <http://innovjourn.ru>

Журнал публикует научные обзоры, статьи проблемного и научно-практического характера по техническим, педагогическим, химическим, экономическим, физико-математическим, социологическим, историческим, психологическим, философским, филологическим, юридическим наукам и архитектуре.

Все статьи журнала рецензируются.

Журнал индексируется в российских и международных базах цитирования: Elibrary, Research Bible, Google Scholar, Scientific Indexing Services и Polska bibliografia naukowa.

Договор с Elibrary: №185-03/2015 от 26.03.2015 г.

ISSN 2687-1068.

УДК 004.02:004.5:004.9

ББК 73+65.9+60.5

© Научный журнал «Инновации. Наука. Образование», 2015-2023



Каминский Ян Петрович

Студент

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе

Овезов Батыр Аннамухамедович

Научный руководитель

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе

Щербакова Ксения Олеговна

Преподаватель

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе

Календарова Лейли Рустамовна

Аспирант

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе

РАЗРАБОТКА ПЕРЕНОСНОГО ДЕФЕКТОСКОПА ДЛЯ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Аннотация: Сегодня в нефтегазовой отрасли существует такая проблема, как погрешности в измерении глубины скважины. При бурении происходит неравномерное вращение бурильной колонны, вызванное резкими ускорениями и замедлениями при ее вращении, что влияет на бурильные трубы и деформирует их [10, 11]. Дефектоскопия является надежным методом выявления деформации геологоразведочного инструмента. Повышение уровня надежности и увеличение ресурса техники возможно только при условии выпуска продукции высокого качества во всех отраслях машиностроения и эксплуатации оборудования и инструмента [5, 7]. Это требует непрерывного совершенствования технологии производства и методов контроля качества. В настоящее время все более широкое распространение получает 100%-ный неразрушающий контроль продукции на отдельных этапах производства. В современных условиях стремительного научно-технического прогресса роль неразрушающего контроля значительно возросла [9]. Исследование существующих методов позволяет проводить оценку и сравнительную характеристику между визуально-оптическими, капиллярными, магнитными, токовихревыми, ультразвуковыми и радиационными методами исследования материала буровых труб [6]. Среди всех методов предметом интереса является магнитопорошковый метод контроля деталей геологоразведочного инструмента различной формы. Для



контроля деталей геологоразведочных инструментов существующие дефектоскопы, основанные на магнитопорошковом методе, не удовлетворяют требованиям в виду низкой чувствительности [8]. В связи с этим возникла необходимость в разработке магнитного переносного дефектоскопа для бурового оборудования и инструмента, обеспечивающего необходимую чувствительность. Разрабатываемый магнитный дефектоскоп предназначен для неразрушающего контроля магнитопорошковым методом деталей геологоразведочного оборудования и инструмента в полевых условиях. В настоящий момент разработана блок-схема дефектоскопа, принципиальная электрическая схема, особо внимание было уделено конструкции намагничивающего устройства, а также расчету электрических параметров прибора [7]. Проектируемый переносной дефектоскоп не вызывает шума и вибраций, вредных для здоровья работающих.

Ключевые слова: бурение, дефектоскопия, методы дефектоскопии, контроль металлов, блок-схема.

Keywords: drilling, flaw detection, flaw detection methods, metal inspection, block diagram.

В дефектоскопии для контроля металлов и изделий чаще всего применяют визуально-оптические, капиллярные, магнитные, токовихревые, ультразвуковые и радиационные методы. Важнейшими характеристиками технических возможностей методов контроля являются: чувствительность и разрешающая способность метода, достоверность результатов контроля, надежность аппаратуры, производительность контроля, требования по технике безопасности и требования к квалификации специалистов по проведению контроля.

Визуально-оптический метод позволяет контролировать относительно крупные трещины и нарушения покрытий, но выявление дефектов зависит от субъективных факторов и условий контроля.

Капиллярный метод применяется в основном для контроля немагнитных материалов. Длительность контроля от 0,5 до 1,5 часов.

Магнитопорошковый метод применяется для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов в деталях и узлах из ферромагнитных материалов. Метод отличается высокой чувствительностью, производительностью и достоверностью результатов контроля, документальностью результатов контроля и простота методики контроля.



Возможно контролировать детали различных по размерам и форме. Недостатком метода является затруднение в ряде случаев расшифровки результатов контроля в связи с выявлением мнимых дефектов.

Токовихревой метод применяется для деталей из электропроводных материалов, имеет те же преимущества, что и магнитопорошковый метод, но имеет значительные недостатки, ограничивающие его применение: зависимость чувствительности от размеров датчика, которые ограничены возможностями технологии его изготовления, в связи с чем она по глубине распространения трещин ниже чем у магнитного и капиллярного методов: отсутствие наглядности результатов контроля; относительная сложность определения характера дефектов и их размеров.

Ультразвуковой метод применяется для контроля деталей и узлов из магнитных и немагнитных материалов. Преимущества метода: высокая чувствительность; высокая производительность и низкая стоимость контроля; возможность выявления поверхностных и внутренних дефектов. Недостатки метода: необходимость разработки специальных методик и ультразвуковых искателей для каждой контролируемой детали; относительная сложность расшифровки результатов контроля, определения места расположения, размера и характера дефектов; относительная трудность, а в ряде случаев невозможность контроля деталей сложной формы и с грубой поверхностью.

Радиационные методы применяются для выявления внутренних скрытых дефектов. Этим методом возможно контролировать детали различной формы при высокой документальности результатов контроля. К недостаткам метода относятся: громоздкость и сложность аппаратуры; относительно низкая чувствительность к усталостным трещинам; недостаточная технологическая маневренность при работе в полевых условиях; относительно низкая производительность и более высокая стоимость по сравнению с ультразвуковым методом; необходимость устройства защиты работающих от излучения.

Исходя из возможностей, преимуществ и недостатков перечисленных методов дефектоскопии выбран магнитопорошковый метод контроля деталей геологоразведочного инструмента различной формы [1,2].

Из всего разнообразия аппаратуры для магнитопорошкового метода, выпускаемой промышленностью, целям контроля геологоразведочного инструмента, особенно в условиях работы непосредственно на буровых установках, для ряда инструмента применим дефектоскоп. Но этот дефектоскоп не обеспечивает чувствительность по ГОСТ 21105-75 и ОСТ 41-01-209-81, необходимую для качественного контроля основной



номенклатуры деталей геологоразведочного инструмента. В связи с этим возникла необходимость в разработке магнитного переносного дефектоскопа для бурового оборудования и инструмента, обеспечивающего необходимую чувствительность.

Разрабатываемый дефектоскоп магнитный предназначен для неразрушающего контроля магнитопорошковым методом деталей геологоразведочного оборудования и инструмента в полевых условиях.

Основная часть бурового инструмента изготавливается из магнитомягких материалов, поэтому при дефектоскопии деталей бурового оборудования и инструмента магнитопорошковым методом применяется способ контроля в приложенном поле электромагнита постоянного тока [3].

Разрабатываемый дефектоскоп состоит из блока управления и намагничивающего устройства. Намагничивающее устройство представляет собой электромагнит постоянного тока, состоящий из двух катушек и магнитопровода с набором сменных полюсных наконечников. Блок управления представляет собой преобразователь напряжения переменного тока в постоянный с плавной регулировкой постоянного тока от 0 до 5 А. Блок-схема дефектоскопа представлена на рисунке 1.

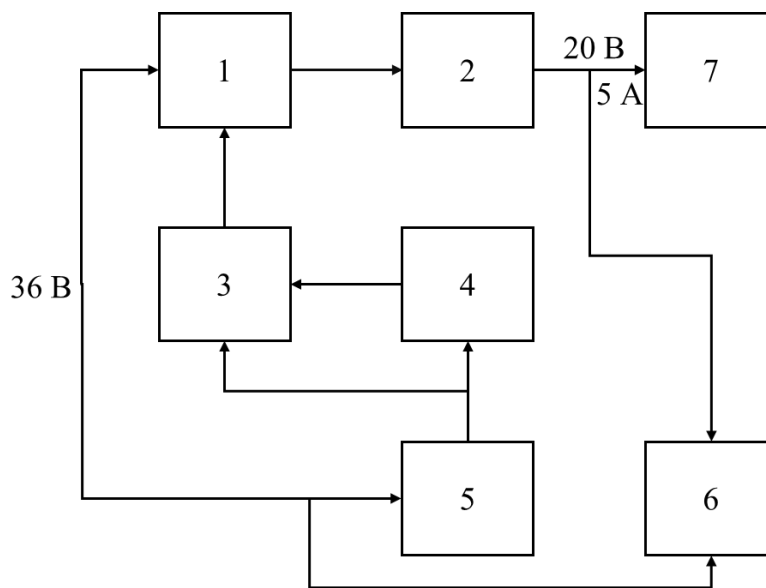


Рис.1 – Блок-схема дефектоскопа

Основными функциональными узлами блок-схемы дефектоскопа являются: тиристорный блок; выпрямитель нагрузки; фазоимпульсный формирователь; цепь синхронизации; выпрямитель фазоимпульсного формирователя; контрольно-измерительная цепь; намагничивающее устройство.



Разрабатываемый дефектоскоп: переменное напряжение от низковольтной сети 36 В, 50 Гц подводится к тиристорному блоку, который выполняет функцию силового бесконтрольного регулятора выходного напряжения и тока. Регулируемый переменный ток выпрямляется выпрямителем, рассчитанным на ток 5 А, и подается на намагничивающее устройство для создания необходимой напряженности магнитного поля в контролируемой детали. Фазоимпульсное управление тиристорным блоком осуществляется с помощью формирователя, питающегося от автономного выпрямителя. Регулирующим органом фазоимпульсного запуска тириستоров блока I является переменный резистор. Устойчивую работу фазоимпульсного формирователя с привязкой к частоте сети обеспечивает цепь синхронизации. Контроль напряжения питающей сети и величина намагничивающего тока осуществляется контрольно-измерительной цепью.

В принципиальной схеме (рис.2) изменение величины, поступающей на нагрузку энергии, осуществляется с помощью тринистров V14 и V15, включенных последовательно. Управление тринистрами происходит через оптроны V11 и V12.

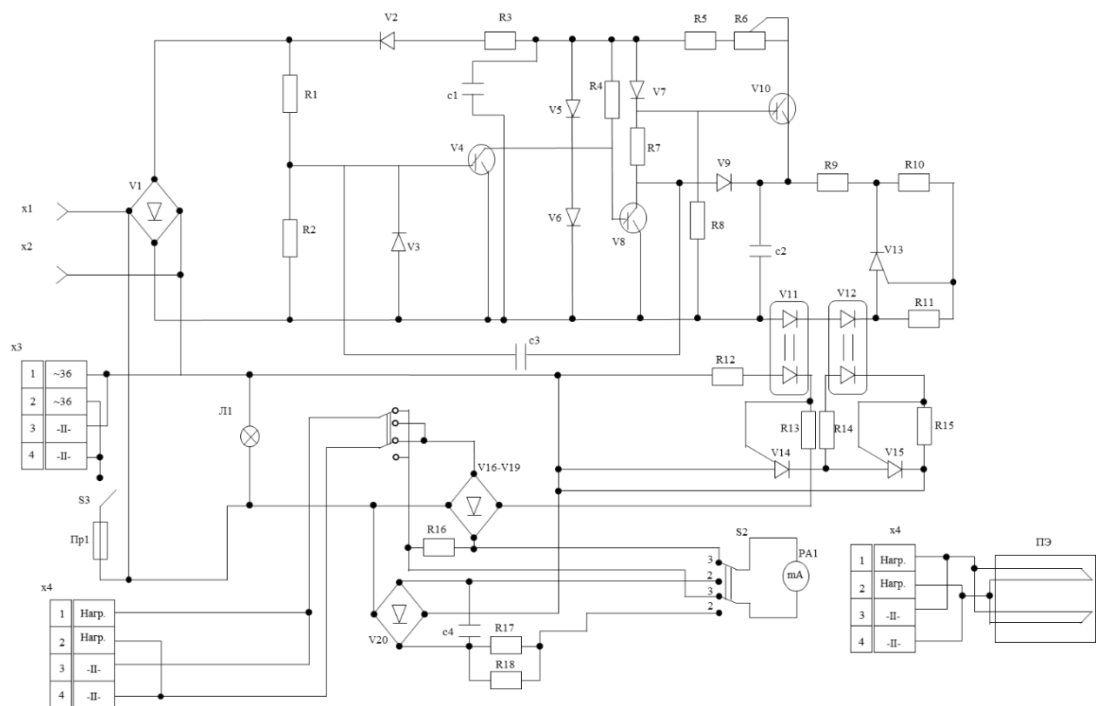


Рис.2 – Схема электрическая принципиальная дефектоскопа

Транзисторы V14 и V15 включены таким образом, что один из них пропускает положительную, а другой отрицательную полуволны питающего напряжения. Поскольку намагничивающее устройство рассчитано для работы на постоянном токе, в схеме предусмотрен выпрямитель на диодах 16* и 19*. Для контроля намагничивающего тока предусмотрен щитовой прибор миллиамперметр. При нажатии кнопки S2 контролируется



напряжение питающей сети. Питание блока управления осуществляется от низковольтной сети переменного тока напряжением 36 В, 50 Гц. Такое напряжение выбрано исходя из условий безопасной работы непосредственно на буровых установках, где для этой цели применяется напряжения 36 В.

Конструктивно блок управления оформляется в виде отдельного блока, заключенного в металлический корпус.

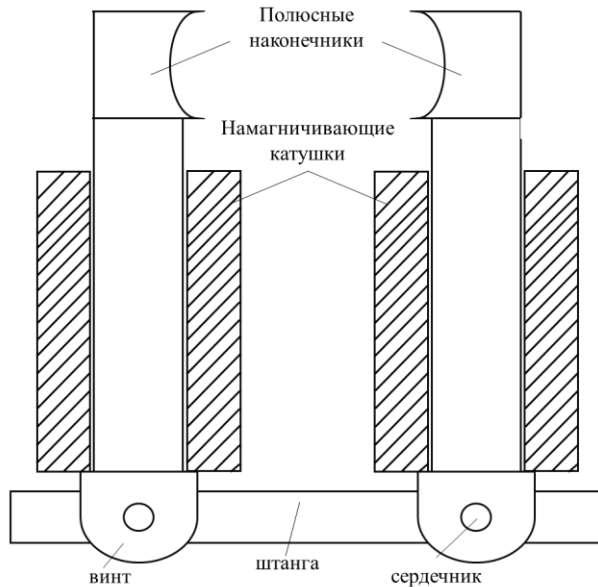


Рис.3 – Конструкция намагничивающего устройства

Расчет надежности блока управления ведется по методике, изложенной в статье [4]. При расчете надежности предполагается, что отказы элементов являются внезапными и представляют собой случайные события; интенсивность отказов постоянна; отказ любого элемента влечет за собой отказ всего блока управления; отказы элементов являются независимыми.

На основании принципиальной схемы составлена расчетная схема:

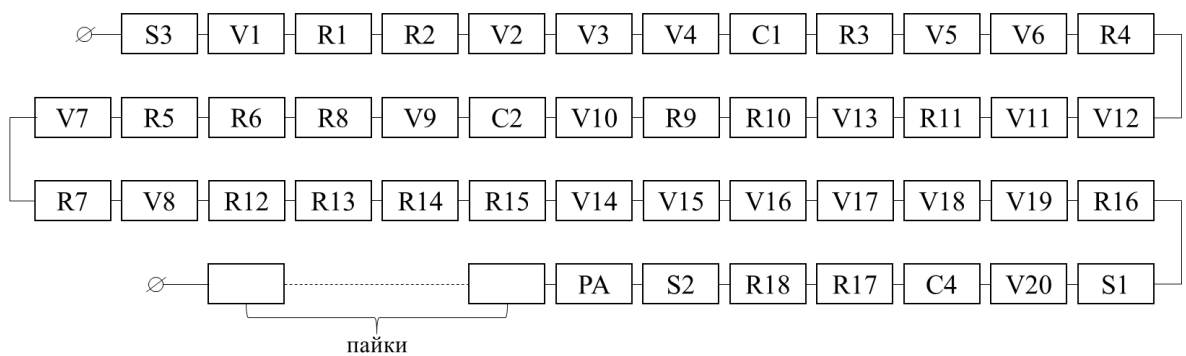


Рис. 4 – Расчетная схема



Среднее время восстановления аппаратуры при отказе определяется по формуле:

$$T_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{в}i}}{n} \quad (1)$$

, где $t_{\text{в}i}$ – время, необходимое на обнаружения и устранения i -го отказа.

Разрабатываемый прибор соответствует требованиям техники безопасности, предусмотренных "Правилами безопасности при геологоразведочных работах" ПБ 08-37-2005. Прибор питается от низковольтной сети переменного тока 36В, 50Гц. Выпрямленное напряжение на выходе, при токе намагничивания 5А, не превышает 20 В. Прибор не вызывает шума и вибраций, вредных для здоровья работающих.

Литература:

1. Азмамбетова, Э. А. Автоматизация процесса измерения глубины скважин / Э. А. Азмамбетова, М. М. Алимова, Б. А. Овезов // Материалы международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева : сборник статей, Тюмень, 27 ноября 2020 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. – С. 344-345. – EDN MOATPW.
2. Анисимов Б. В., Савельев А. Я. Основы конструирования и производства ЭВМ // М.: Высшая школа. – 1972.
3. Жуков Н. П., Майникова Н. Ф. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов и изделий // М.: Машиностроение-1. – 2004. – Т. 2.
4. Разработка лазерной сканирующей системы для автоматизации процесса замера длины скважин / Э. А. Азмамбетова, А. М. Машкова, Н. В. Соловьев [и др.] // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2021. – № 12(120). – С. 30-32. – EDN LWBGCK.
5. Разработка системы контроля действий персонала при работе с радиоактивными источниками в процессе калибровки геофизических приборов для исследования скважин - "inspector" / К. С. Парамзина, Н. В. Соловьев, К. О. Щербакова [и др.] // Молодые - Научкам о Земле : Тезисы докладов X Международной научной конференции молодых ученых. В 7-ми томах, Москва, 31 марта – 01 2022 года / Редколлегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. Том 4. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2022. – С. 126-128. – EDN OFQLZL.
6. Разработка геофизического прибора нейтронного каротажа с аппаратурой для возбуждения и остановки реакции синтеза «NeoTron» / А. М. Бойко, Н. В. Соловьев, Б.



А. Овезов, К. О. Щербакова // Молодые - Наукам о Земле : Тезисы докладов X Международной научной конференции молодых ученых. В 7-ми томах, Москва, 31 марта – 01 2022 года / Редколлегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. Том 4. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2022. – С. 59-62. – EDN VCTQJY.

7. Щербакова, К. О. Инженерные решения глобальных проблем устойчивого развития / К. О. Щербакова, Б. А. Овезов, Н. В. Соловьев // Новые идеи в науках о Земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 томах, Москва, 02–05 апреля 2019 года. Том 4. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2019. – С. 317-320. – EDN KGXMAS.

8. Щербакова, К. О. Экологически безопасные морские платформы / К. О. Щербакова, Б. А. Овезов, Н. В. Соловьев // Новые идеи в науках о Земле : Материалы XIV Международной научно-практической конференции: в 7 томах, Москва, 02–05 апреля 2019 года. Том 4. – Москва: Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе, 2019. – С. 315-316. – EDN ELOOQH.

9. Экологически безопасные морские нефтяные платформы / К. О. Щербакова, Б. А. Овезов, А. М. Машкова, Н. В. Соловьев // Новые материалы и перспективные технологии : ШЕСТОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, Москва, 23–27 ноября 2020 года. Том 2. – Москва: ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ (АНО ЦНТР), 2020. – С. 689-695. – EDN JMTNEM.

10. Boiko, A. Development of a geophysical neutron logging device with equipment for exciting and stopping the synthesis reaction / A. Boiko, B. A. Ovezov, K. O. Shcherbakova // Нефтегазовые Горизонты, 16–19 ноября 2021 года, 2021. – С. 117-119. – EDN JHHCQR.

11. Gadoeva, T. Augmented reality - a tool for the effective study of oil and gas employees / T. Gadoeva, V. Kazaku // Нефтегазовые Горизонты, 16–19 ноября 2021 года, 2021. – С. 120-122. – EDN RVOXKQ.